

Docket No.: 48864-035

AK
PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of

Koichi FUJIWARA, et al.

Serial No.:

Group Art Unit:

Filed: December 28, 2000

Examiner:

For: METHOD AND SYSTEM FOR PROCESSING A THREE-DIMENSIONAL SHAPE
DATA

JC682 U.S. PTO
09/749624
12/28/00

**CLAIM OF PRIORITY AND
TRANSMITTAL OF CERTIFIED PRIORITY DOCUMENT**

Commissioner for Patents
Washington, DC 20231

Sir:

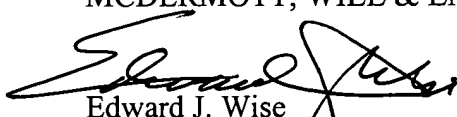
In accordance with the provisions of 35 U.S.C. 119, Applicants hereby claim the priority of:

Japanese Patent Application No. 11-372356,
filed December 28, 1999

A certified copy is submitted herewith.

Respectfully submitted,

MCDERMOTT, WILL & EMERY


Edward J. Wise
Registration No. 34,523

600 13th Street, N.W.
Washington, DC 20005-3096
(202) 756-8000 EJW:dtb
Date: December 28, 2000
Facsimile: (202) 756-8087

日本国特許庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

McDermott, Will & Emery

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office.

出願年月日

Date of Application:

1999年12月28日

出願番号

Application Number:

平成11年特許願第372356号

出願人

Applicant(s):

ミノルタ株式会社

JC682 U.S. PRO
09/749624
12/28/99

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2000年 9月22日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及川耕造

出証番号 出証特2000-3075495

【書類名】 特許願

【整理番号】 TL03391

【提出日】 平成11年12月28日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G06T 15/00

【発明の名称】 3次元形状データの修正方法

【請求項の数】 4

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪国際ビル ミノルタ株式会社内

【氏名】 藤原 浩一

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪国際ビル ミノルタ株式会社内

【氏名】 遠山 修

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪国際ビル ミノルタ株式会社内

【氏名】 藤井 英郎

【特許出願人】

【識別番号】 000006079

【氏名又は名称】 ミノルタ株式会社

【代理人】

【識別番号】 100086933

【弁理士】

【氏名又は名称】 久保 幸雄

【電話番号】 06-6304-1590

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 010995

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9716123

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 3次元形状データの修正方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

形状モデルの一部に面を貼り合わせる 3 次元形状データの修正方法であって、
前記形状モデルの修正対象部分に対応した輪郭をもち、かつ 1 つの入力項目に対応したパラメータで全体の湾曲の度合いが規定される曲面モデルを生成する第 1 のステップと、

前記形状モデルと前記曲面モデルとを位置合わせした状態を示す画像を表示する第 2 のステップと、

パラメータ値の指定変更操作に呼応して、前記曲面モデルを変形させる第 3 のステップと、

を有してなることを特徴とする 3 次元形状データの修正方法。

【請求項 2】

前記第 1 のステップでは、前記三次元形状モデルにおける前記修正対象部分の周辺の形状データを用いる

請求項 1 記載の 3 次元形状データの修正方法。

【請求項 3】

前記パラメータは、前記曲面モデルの平均曲率を表す

請求項 1 記載の 3 次元形状データの修正方法。

【請求項 4】

形状モデルの一部に面を貼り合わせる 3 次元形状データの修正方法であって、
画面上にパラメータ変更を行うための部材を表示するステップと、

前記表示された部材によるパラメータ変更に連動して、前記形状モデルの修正対象部分に対応した輪郭を備えかつ変更されたパラメータに応じた度合いで湾曲した曲面モデルを連続的に生成するとともに、前記形状モデルと前記曲面モデルとを位置合わせした状態を示す画像も連続的に表示するステップと、

を有してなることを特徴とする 3 次元形状データの修正方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、3次元形状データの修正方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

3次元計測装置を利用したモデリングが行われている。例えば光切断法を用いる3次元計測装置は、スリット光を投射し且つ偏向することによって対象物を光学的にスキャンし、三角測量の原理を適用して演算により3次元形状データを求める。対象物の全周を計測し、得られた3次元形状データを繋ぎ合わせることで、対象物の全体についての形状モデルが得られる。

【0003】

対象物の形状、向き、または照明の状態などの計測条件によっては、部分的に3次元形状データが得られず、データの欠落が生じることがある。このような場合に、3次元形状データの修正が行われる。

【0004】

従来において、データが欠落した部分に対して穴埋めを行う方法として、プリミティブの格子を変形するなどして新たに曲面を生成し、生成した曲面とデータ欠落部の輪郭部分とを繋ぐ方法がある。特開平11-15994号公報には、穴埋めが不自然とならないように、オペレータが結果を確認しながら試行錯誤で曲面の微調整を行うことの可能なコンピュータシステムが開示されている。このシステムでは、曲面内の1個以上の点とその移動先の位置とを指定すれば、移動先の位置を含む滑らかな面へと元の曲面が自動的に変形され、形状の変化を示す数値データが表示される。オペレータは数値データによって変形を評価し、結果に不満であれば改めて曲面内の点およびその移動先を指定する。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

従来では、形状モデルに追加する曲面を調整するときに、オペレータが入力しなければならない指定値が多く、形状モデルのデータ修正作業が面倒であるという問題があった。特に、起伏の複雑な曲面の場合には、多数の点について指定し

なければならず、作業負担が大きかった。

【0006】

本発明は、簡単な入力操作で形状モデルの一部分に所望の曲面を追加できるようにすることを目的としている。

【0007】

【課題を解決するための手段】

請求項1の発明の方法は、形状モデルの一部に面を貼り合わせる3次元形状データの修正方法であって、前記形状モデルの修正対象部分に対応した輪郭をもち、かつ1つの入力項目に対応したパラメータで全体の湾曲の度合いが規定される曲面モデルを生成する第1のステップと、前記形状モデルと前記曲面モデルとを位置合わせした状態を示す画像を表示する第2のステップと、パラメータ値の指定変更操作に呼応して、前記曲面モデルを変形させる第3のステップとを有してなる。

【0008】

請求項2の発明の修正方法は、前記第1のステップにおいて、前記三次元形状モデルにおける前記修正対象部分の周辺の形状データを用いるものである。

請求項3の発明の修正方法は、前記パラメータが前記曲面モデルの平均曲率を表すものである。

【0009】

請求項4の発明の修正方法は、画面上にパラメータ変更を行うための部材を表示するステップと、前記表示された部材によるパラメータ変更に連動して、前記形状モデルの修正対象部分に対応した輪郭を備えかつ変更されたパラメータに応じた度合いで湾曲した曲面モデルを連続的に生成するとともに、前記形状モデルと前記曲面モデルとを位置合わせした状態を示す画像も連続的に表示するステップとを有してなる。

【0010】

【発明の実施の形態】

図1は本発明に係る3次元処理装置の構成を示すブロック図である。

3次元処理装置1は、バス10、CPU（中央処理装置）11、メモリ12、

補助記憶装置 1 3、入出力インタフェース 1 4、キーボード 1 5、マウス 1 6、および表示装置 1 7 を備えたコンピュータシステムである。

【0 0 1 1】

CPU 1 1 は、本発明を適用したデータ修正を含む種々の処理を実行する。メモリ 1 2 は、CPU 1 1 が実行する手順を記述した制御プログラムを格納する ROM 1 2 a と、CPU 1 1 が各種処理を実行するために必要なデータの格納領域および作業領域を提供する RAM 1 2 b とを有する。補助記憶装置 1 3 は、3 次元データ（形状データ）、2 次元カラー画像データなどの処理対象となるデータを格納するために用いられる。入出力インタフェース 1 4 は、処理対象のデータを装置の外部から入力し、または生成したデータを装置の外部へ出力するために用いられる。

【0 0 1 2】

キーボード 1 5 およびマウス 1 6 は、各種の指示または設定の入力に用いられる。表示装置 1 7 は、3 次元データおよび生成した面の画像を表示するとともに、処理状況や処理結果、および処理過程の表示にも用いられる。表示装置 1 7 はマルチウインドウシステムによって複数のウインドウを表示することが可能である。

【0 0 1 3】

3 次元処理装置 1 を用いることにより、図示しない 3 次元計測装置から入力されたり、モデリング処理で作成されたりした 3 次元データに対して、所望の曲面データを追加することができる。この機能は、形状モデルの欠落部分（穴）に対する穴埋めに好適である。

【0 0 1 4】

図 2 は穴埋めの概念図である。

例示における修正対象の 3 次元データは、マスコット人形の形状モデル M である。形状モデル M には欠落部分 9 0 が存在する。すなわち、マスコット人形の上面部分が欠落している。穴埋めは、欠落部分 9 0 に対して格子状の平面 m を貼り付け、その平面 m を形状モデル M に応じた適切な曲面に変形させ、曲面と欠落部分の輪郭とを繋ぐデータ処理である。3 次元処理装置 1 においては、オペレータ

（ユーザー）は簡単な操作で所望の湾曲状態の穴埋めを行うことができる。

〔第 1 の操作形態〕

図 3 は操作の第 1 例の説明図である。図 3（a）はダイアログの構成を示し、図 3（b）はモニタ表示の切り換わりの例を示している。

【 0 0 1 5 】

第 1 例における操作の手順は次のとおりである。

（1）形状モデル M の修正が可能なモデリングモードにおいて、オペレータは欠落部分 9 0 を含む領域を指定して穴埋めの実行を指示する。これを受けて、3 次元処理装置 1 は、欠落部分 9 0 の輪郭を検出して処理対象を特定するとともに、表示装置 1 7 の画面内にパラメータ値（後述の係数 γ ）を問い合わせるダイアログ 7 1 を表示する。

（2）オペレータは、ダイアログ 7 1 におけるスライダのノブ 7 1 4 をドラッグすることにより、パラメータ値を 0 ～ 1 の間で設定する。そして、オペレータが表示（Apply）ボタン 7 1 1 をクリックする。3 次元処理装置 1 は、穴埋めの演算を行い、画面内のモニタ領域 7 5 に穴埋めの結果を示す画像 G 4 を表示する。この演算過程が本発明の第 1 のステップに相当し、結果の表示が第 2 のステップに相当する。画像 G 4 は、形状モデル M に曲面 m 4 を位置合わせした状態を示す。曲面 m 4 の湾曲状態はパラメータ値によって規定されている。

（3）満足のいく結果が得られなかった場合には、オペレータは適当なパラメータ値に設定し直し、再び表示ボタン 7 1 1 をクリックする。満足できる形状になるまでこれを繰り返す。パラメータ値の設定変更に応答して、3 次元処理装置 1 は演算をやり直して結果を表示する。この過程が本発明の第 3 のステップに相当する。図 3（b）の例では、画像 G 4 が表示された後、計 2 回のパラメータ変更が行われ、変更毎に画像 G 4 から画像 G 2 へ、さらに画像 G 2 から画像 G 3 へと表示が切り換わっている。曲面 m 4 よりパラメータ値を大きくすれば、曲面 m 4 よりも湾曲が緩やかな曲面 m 2 で穴埋めされ、曲面 m 4 と曲面 m 2 の中間のパラメータ値を設定すれば、曲面 m 4 よりも緩やかで曲面 m 2 よりも急峻な曲面 m 3 で穴埋めされる。

【 0 0 1 6 】

・なお、画像 G 2, G 3, G 4 は、仮想空間内に配置した形状モデルを画面に投影した像である。オペレータは、シェーディングを施したサーフェスモデル、ワイヤフレームモデルなどの表示形態の選択が可能である。

(4) 満足のいく結果が得られら了承 (OK) ボタン 7 1 2 をクリックする。これにより穴埋めが完了する。穴埋めをした状態の形状モデルが修正後の 3 次元データとして補助記憶装置 1 3 に保存される。

〔第 2 の操作形態〕

図 4 は操作の第 2 例の説明図である。図 4 (a) はダイアログの構成を示し、図 4 (b) はモニタ表示の切り換わりの例を示している。

【 0 0 1 7 】

第 2 例における操作の手順は次のとおりである。

(1) モデリングモードにおいて、オペレータは欠落部分 9 0 を含む領域を指定して穴埋めの実行を指示する。これを受けて、3 次元処理装置 1 は、欠落部分 9 0 の輪郭を検出して処理対象を特定し、パラメータのデフォルト値 (例えば 0.5) を適用して穴埋めの演算を行う。そして、3 次元処理装置 1 は、演算の結果を示す画像 G 3 をモニタ領域 7 5 に表示するとともに、パラメータ値の良否を問合わせるダイアログ 7 2 を表示する。

(2) オペレータは、ダイアログ 7 2 におけるスライダのノブ 7 2 4 をドラッグすることにより、パラメータ値を 0 ~ 1 の間で設定することができる。ドラッグと連動して、ドラッグ位置のパラメータ値を適用して穴埋めの演算が行われ、その結果を示す画像 G 1 ~ G 5 がリアルタイムで表示される。つまり、スライダの操作を行うだけで、穴埋め部分を平面化したり尖らせたりと自由に変形させることができる。

(3) 満足のいく結果が得られたならば、了承 (OK) ボタン 7 2 2 をクリックする。これにより穴埋めが完了する。

【 0 0 1 8 】

このような第 2 の形態によれば、穴埋めの作業を第 1 の形態よりも迅速に進めることができる。ただし、CPU 1 1 を含むデバイスの処理能力が十分に高いことが要求される。

【0019】

以下、穴埋めの演算について説明する。

図5は穴埋めのためのデータ処理の内容を説明するための図である。

図5(a)のように、欠落部分(以下、穴という)90に沿ったxy平面を想定し、xy平面と直交するz方向を貼り付けの方向として、欠落部分90にそれより大きい平面(格子)mを対応づける。そして、穴90の内部の格子点をz方向に移動させて曲面を生成する。平面mの各格子点の配置に際しては、形状モデルMにおける穴の周辺のデータの位置(傾き)の影響を考慮する。すなわち、穴周辺のデータ位置を境界条件として、各補間点間の二階微分までの総和が最小になるように格子点位置を計算する。このときの一階微分と二階微分の項の係数を変化させることによって、生成する曲面の形状を変化させることができ、上述のようにユーザの希望どうりの穴埋めを実現することができる。

【0020】

図5において太い枠線で示すように、穴90に対してバウンディングボックス(Bounding box)BBを生成する。バウンディングボックスBB内に格子を作り、バウンディングボックスBBの外にも1ライン分の環状の格子を作る。この格子点数は、穴90の周辺の三次元データから自動的に求める。オペレータが指定することもできる。

【0021】

格子点のうち、穴90の内部に存在する点(図5の白丸○)を未知データとし、これらのz方向の位置を求めることが曲面の生成である。バウンディングボックスBBの内側に存在し、穴90の外に存在する点(図5の黒丸●)は既知データで、形状モデルMと曲面とを滑らかに繋ぐための境界値として用いる。バウンディングボックスBB上および外の点(図5の黒四角■)は境界値である。ここで、境界値は、格子点を形状モデルMのポリゴンに射影することによって求めることができる。

【0022】

これらの境界値、既知データ、および未知データを、 $u_{y,x}$ 、 $y=0, \dots, N_y+3$ 、 $x=0, \dots, N_x+3$ (ここで、 N_x 、 N_y はそれぞれバウンディングボッ

タス B B 内の x 方向、y 方向における格子点の個数である。) のように 2 次の配列とする。境界値、既知データは、すでに求められているとする。また、格子の間隔を x 方向及び y 方向のそれぞれについて H_x 、 H_y とおく。

【0 0 2 3】

未知データを求めるために、エネルギー関数を設定し、そのエネルギー関数が最小になるように未知データの値を定める。

$$E(u) = S(u) + P(u)$$

ここで $S(u)$ は滑らかでない度合いを表し、 $P(u)$ は制約条件からのずれを表す。

【0 0 2 4】

$S(u)$ は一階微分と二階微分の総和で表現し、 $P(u)$ については考慮しないものとする。すなわち、

【0 0 2 5】

【数 1】

$$S(u) = \frac{1}{2} \left\{ \gamma \sum_{i=1}^{N_y+2} \sum_{j=1}^{N_x+2} [(u_{i,j}^x)^2 + (u_{i,j}^y)^2] \right. \\ \left. + (1-\gamma) \sum_{i=1}^{N_y+2} \sum_{j=1}^{N_x+2} [(u_{i,j}^{xx})^2 + 2(u_{i,j}^{xy})^2 + (u_{i,j}^{yy})^2] \right\}$$

$$P(u) = 0$$

【0 0 2 6】

$S(u)$ において、一階微分の項の係数 γ が 1 に近ければ、一階微分の項の影響が強くなるので、生成される曲面の曲り具合が小さくなり平らな状態になる。これに対して、係数 γ が 0 に近ければ、二階微分の項の影響が強くなるので、曲り具合が大きくなる。

【0 0 2 7】

このエネルギー関数 $E(u)$ が最小になるような u_0 を求める。 $u = u_0$ のときに最小になるとすれば、

$$\nabla E(u_0) = \nabla S(u_0) = 0$$

が成り立つ。

$\nabla S(\dot{u}_0) = 0$ を展開すると連立一次方程式となる。その連立一次方程式を解いて未知データを求める。求めた未知データから曲面を生成することができる。この際に、 γ の値を変更することによって、ユーザの希望どおりの穴埋めを行うことができる。未知データのみを使って曲面を生成し、その生成した曲面と穴90の輪郭部分とを繋げれば、穴埋めが完了する。

【0028】

以上の実施形態において、1つの入力項目に対応した湾曲を規定するパラメータが複数（例えばx軸方向とy軸方向とで独立したパラメータ）であってもよい。パラメータ変更操作に係わる表示部材はスライダに限らず、ダイヤル状のものでもよい。

【0029】

【発明の効果】

請求項1乃至請求項4の発明によれば、簡単な入力操作で形状モデルの一部分に所望の曲面を追加することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明に係る3次元処理装置の構成を示すブロック図である。

【図2】

穴埋めの概念図である。

【図3】

操作の第1例の説明図である。

【図4】

操作の第2例の説明図である。

【図5】

穴埋めのためのデータ処理の内容を説明するための図である。

【符号の説明】

M 形状モデル

m1～m5 曲面（曲面モデル）

9 0 欠落部分 (修正対象部分)

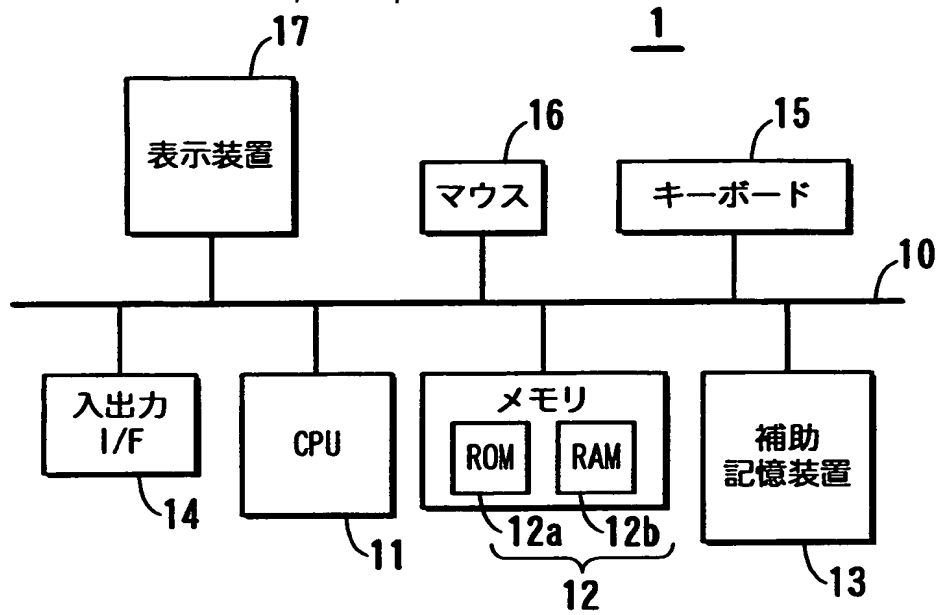
G 1 ~ G 5 画像

7 2 ダイアログ (部材)

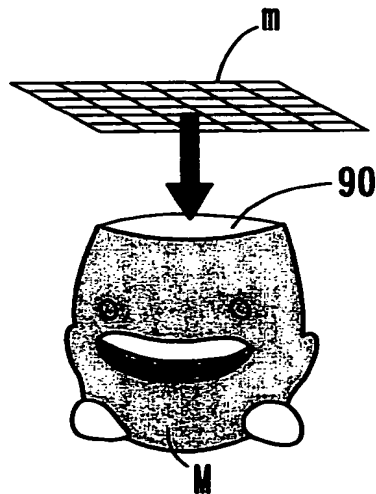
【書類名】

図面

【図 1】

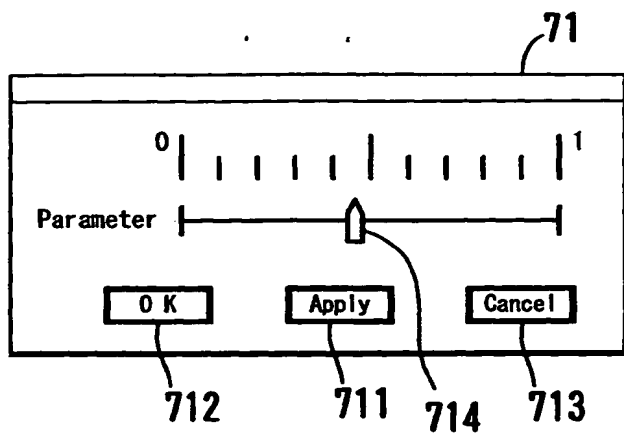


【図 2】

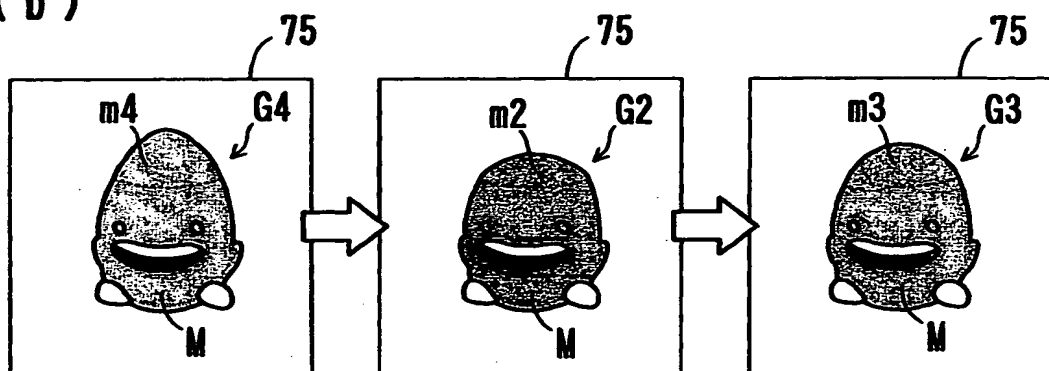


【図 3】

(a)

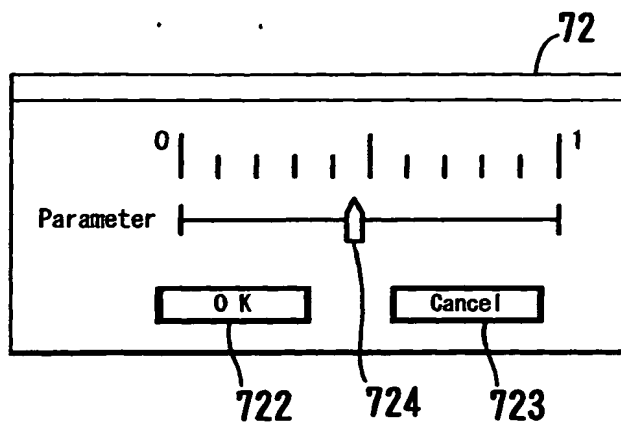


(b)

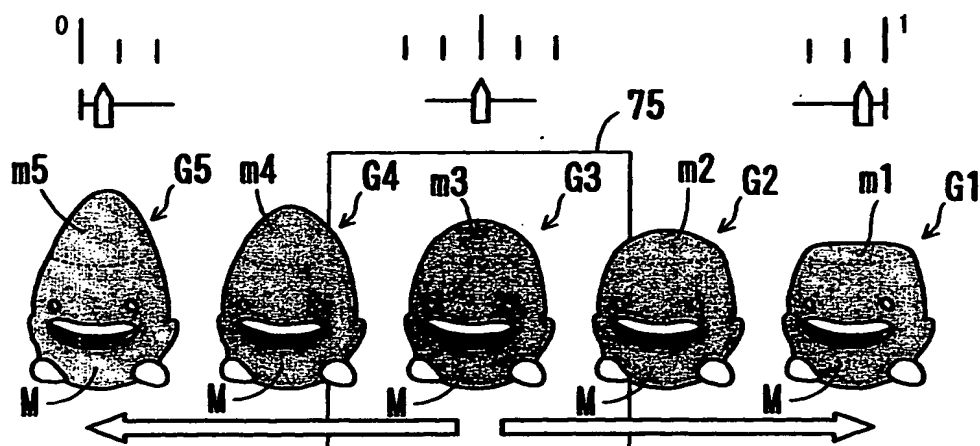


【図 4】

(a)

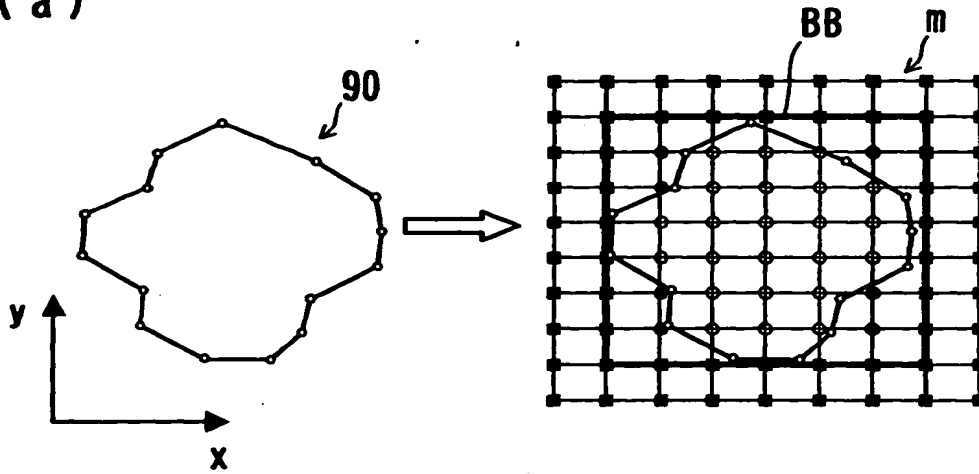


(b)

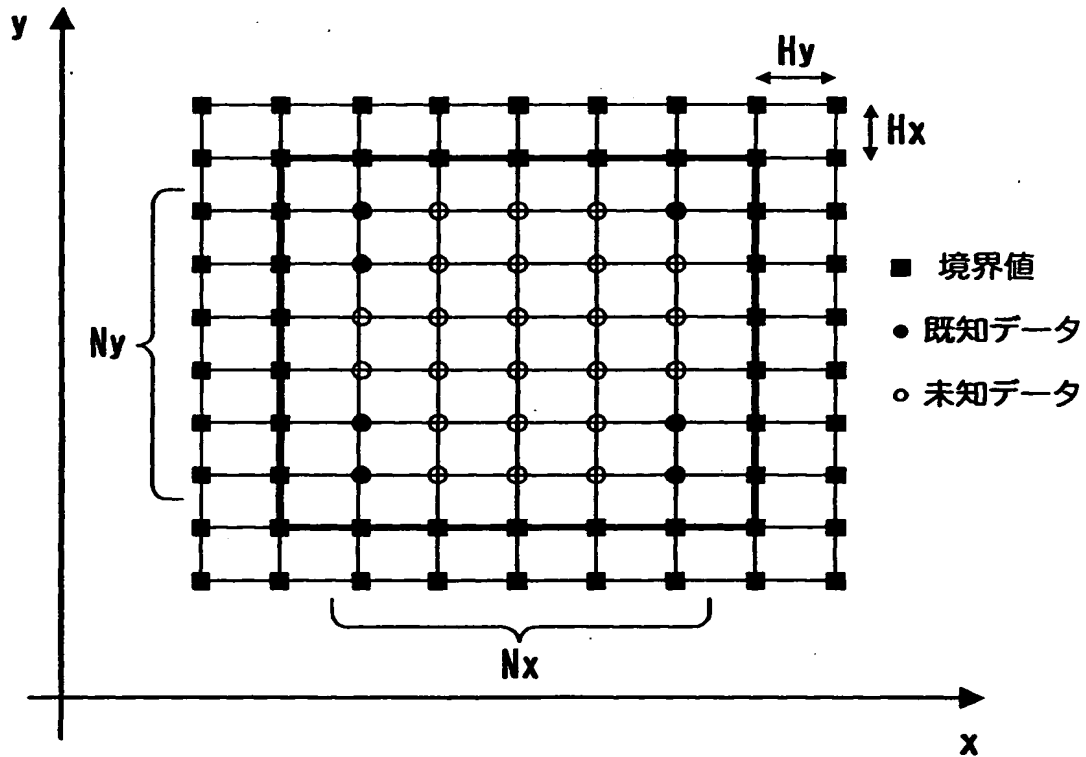


【図 5】

(a)



(b)



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 簡単な入力操作で形状モデルの一部分に所望の曲面を追加できるようにする。

【解決手段】 形状モデルの一部に面を貼り合わせる 3 次元形状データの修正において、形状モデル M の修正対象部分に対応した輪郭をもち、かつ 1 つの入力項目に対応したパラメータで全体の湾曲の度合いが規定される曲面モデル m 1 ～ 5 を生成する第 1 のステップと、形状モデル M と曲面モデル m 1 ～ 5 とを位置合わせた状態を示す画像 G 1 ～ 5 を表示する第 2 のステップと、パラメータ値の指定変更操作に呼応して、曲面モデルを変形させる第 3 のステップとを設ける。

【選択図】 図 4

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000006079]

1. 変更年月日 1994年 7月20日

[変更理由] 名称変更

住 所 大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪国際ビル
氏 名 ミノルタ株式会社